

## TEKNIK SAMPLING GAS PANAS BUMI DI SUMBER MATA AIR PANAS

Neneng Laksminingpuri  
Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi  
Email : [laksmi@batan.go.id](mailto:laksmi@batan.go.id)

### ABSTRAK

**TEKNIK SAMPLING GAS PANAS BUMI DI SUMBER MATA AIR PANAS.** Telah dilakukan sampling gas panas bumi di sumber mata air panas menggunakan alat corong stainless steel yang telah dimodifikasi berdasarkan metode Giggenbach. Modifikasi corong dilakukan agar dapat melakukan sampling pada lokasi mata air panas yang mempunyai diameter yang cukup lebar, sehingga gelembung gas yang keluar dari dasar mata air dapat ditampung pada botol sampel. Selanjutnya gas dianalisis dengan menggunakan dua metode, untuk gas dapat larut (*condensable gas*) seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S dianalisis dengan metode titrasi, sedangkan gas tidak larut (*non condensable gas*) seperti He, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ar dan CH<sub>4</sub> dianalisis dengan metode kromatografi gas. Hasil menunjukkan bahwa teknik sampling menggunakan corong stainless steel menghasilkan gas yang dapat diukur dengan baik.

Kata kunci : panas bumi, corong stainless steel, titrasi, kromatografi gas

### ABSTRACT

**GEOHERMAL GAS SAMPLING TECHNIQUES IN HOT SPRING.** Geothermal gas sampling has been done in the hot springs using a stainless steel funnel which has been modified by Giggenbach method. Modified funnel performed in order to conduct sampling at the site of hot springs that has a wide diameter, so that the gas bubbles coming out of the spring base can be accumulated in the sample bottle. Furthermore, the gas was analyzed by using two methods, for soluble gas (condensable gases) such as CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S were analyzed by titration methods, while the insoluble gas (non-condensable gases) such as He, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ar and CH<sub>4</sub> were analyzed by gas chromatography methods. The results show that the sampling technique using a stainless steel funnel produces gas that can be measured well.

Key words : geothermal, stainless steel funnel, titration, gas chromatography

## PENDAHULUAN

Panas bumi adalah sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air, dan batuan bersama mineral ikutan dan gas lainnya yang secara genetika semuanya tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi dan untuk pemanfaatannya diperlukan proses penambangan.

Pemanfaatan panas bumi relatif ramah lingkungan, terutama karena tidak memberikan kontribusi gas rumah kaca, sehingga perlu didorong dan dipacu perwujudannya. Pemanfaatan panas bumi akan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak sehingga dapat menghemat cadangan minyak bumi. Potensi energi panas bumi di Indonesia mencakup 40% potensi panas bumi dunia, tersebar di

251 lokasi pada 26 propinsi dengan total potensi energi 27.140 MW atau setara 219 Milyar ekuivalen Barrel minyak. Kapasitas terpasang saat ini 1.194 atau 4% dari seluruh potensi yang ada[1].

Pembangkit listrik tenaga panas bumi (*geothermal*), merupakan bentuk pemanfaatan energi dari sumber daya alam yang (dapat) terbarukan. Pada pembangkit listrik tenaga panas bumi, uap sebagai penggerak turbin diperoleh dari reservoir panas bumi yang terdapat di bawah permukaan tanah. Uap tersebut keluar melalui sumur-sumur produksi, kemudian dialirkan ke unit pembangkit listrik (*power plant*), dengan menggunakan sistem perpipaan. Memasuki bagian turbin, uap berekspansi menghasilkan kerja mekanis berupa putaran turbin. Dengan mekanisme *coupling*, putaran turbin tersebut diteruskan memutar *rotor unit electric generator* sehingga menghasilkan energi listrik.

Untuk menghasilkan kualitas uap yang baik, maka diperlukan adanya penelitian komposisi gas-gas yang dihasilkan serta ditunjang dengan data-data geologi serta geokimia. Berbagai penelitian telah dilakukan di bidang Hidrologi dan Panas bumi, salah satunya adalah penelitian yang menggunakan gas sebagai salah satu parameter. Salah satu aplikasi dari gas-gas yang terukur dapat digunakan untuk mengetahui temperatur reservoir panas bumi.

Sampel gas diambil dari lapangan panas bumi menggunakan botol sampel khusus yang telah berisi larutan NaOH dan dalam keadaan vakum. Pengambilan gas ini berdasarkan metode Giggenbach dan dimodifikasi berdasarkan lokasi sampling. Tidak semua lokasi lapangan panas bumi mudah untuk dilakukan pengambilan sampel gasnya, terkadang memerlukan alat bantu yang lain. Untuk lokasi mata air panas berbentuk kolam dengan diameter besar perlu dibuat alat untuk membantu proses sampling gas tersebut. Alat tersebut didisain berbentuk corong besar dengan tangkai penahan yang panjang, agar corong tersebut tetap menutupi permukaan air yang mengeluarkan gelembung gas.

Berdasarkan sifat kimia dan fisika gas-gas yang terkandung dalam lapangan panas bumi dapat dibagi dua yaitu gas yang dapat larut (*condensable gas*) dan gas yang tidak dapat larut (*non condensable gas*). Gas yang dapat larut seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S diukur menggunakan metode titrasi volumetri, sedangkan gas yang tidak dapat

larut seperti He, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ar dan CH<sub>4</sub> diukur menggunakan alat kromatografi gas [2].

Kromatografi gas adalah teknik pemisahan fisik suatu campuran zat-zat kimia yang berdasar pada perbedaan migrasi dari masing-masing komponen campuran yang terpisah pada fasa diam di bawah pengaruh pergerakan fasa yang bergerak (*mobile phase*) Kromatografi sendiri bertujuan untuk memisahkan komponen dari matriks sampel dan tetap dibiarkan dalam fasa diam kemudian ditentukan untuk analisis [3].

Pada kromatografi gas, komponen yang akan dipisahkan dibawa oleh gas pembawa melalui kolom. Campuran cuplikan terbagi diantara gas pembawa dan fasa diam. Fasa diam akan menahan komponen secara selektif berdasarkan koefisien distribusinya sehingga terbentuk sejumlah pita yang berlainan pada gas pembawa. Pita gas komponen ini meninggalkan fasa diam bersama aliran gas pembawa dan dicatat sebagai fungsi waktu detektor.

Pengukuran sampel *non condensable gas* dilakukan di laboratorium kelompok Hidrologi dan Panas bumi menggunakan kromatografi gas Agilent Technologies 7890A System, yang dilengkapi oleh unit injeksi gas dengan sistem vakum. Hasil analisis gas-gas dengan kromatografi gas dinyatakan dalam *persen peak area* lalu dengan menggunakan persamaan gas ideal konsentrasi gas-gas tersebut dapat diketahui. Sedangkan *condensable gas* seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S diukur komposisinya menggunakan metode titrasi, gas CO<sub>2</sub> dititrasi menggunakan larutan HCl sedangkan gas H<sub>2</sub>S dititrasi menggunakan larutan tiosulfat.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan dan alat**

Bahan dan alat yang digunakan adalah corong stainless steel yang dilengkapi oleh alat penyangga yang terbuat dari pipa besi, larutan NaOH, pompa vakum, neraca, kromatografi gas Agilent Technologies 7890A System.

### **Metode**

#### **Preparasi botol sampel gas**

Botol sampel gas yang telah diketahui bobot kosongnya divakumkan menggunakan pompa vakum, lalu larutan NaOH diisikan kedalamnya sebanyak 100

mL, vakumkan kembali botol sampel yang telah berisi larutan NaOH tersebut lalu ditimbang bobotnya.

### Pengambilan sampel gas

Besi penyangga corong dipasang pada kedua sisi corong lalu sambungkan ujung keluaran corong menggunakan selang tahan panas, dan dengan bantuan pipa kaca diujung selang lain disambungkan ke botol sampel gas. Angkat corong tersebut dan letakkan corong secara terbalik secara perlahan menutupi permukaan gelembung gas yang keluar dari dalam kolam.

### Pengukuran sampel gas

Sampel gas yang telah disampling diukur menggunakan alat kromatografi gas Agilent Technologies 7890A System untuk mengetahui komposisinya. Kandungan komposisi gas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Jumlah mol total *non condensable gas* :

$$R = \frac{RGV \times (RGP - P_w) \times 273}{22,40 \times 1013,25 \times RGT} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- R = jumlah mol total *non condensable gas* (mmol)
- RGV = volume *non condensable gas* (mL)
- RGP = tekanan total *non condensable gas* (mbar)
- P<sub>w</sub> = tekanan uap sesuai suhu ruangan (mbar)
- RGT = suhu ruangan analisis *non condensable gas* (K)
- 22,40 = volume gas (mL) pada keadaan STP (tekanan 1 atm dan suhu 0°C)
- 1013,25 = konversi satuan tekanan dari atm menjadi mbar
- mmol gas i = R x % area

Jumlah mol condensable gas :

1. Gas hidrogen disulfida :

$$\text{mmol H}_2\text{S} = \frac{(B - C) \times N_{\text{tiox}} \times TV}{2A} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- B = volume natrium tiosulfat untuk blanko
- C = volume natrium tiosulfat untuk sampel
- A = volume sampel yang dipipet

## 2. Gas karbon dioksida

$$\text{mmol CO}_2 = \frac{(F - G) \times N \times HCl \times TV}{E} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

|   |                              |
|---|------------------------------|
| F | = volume HCl untuk sampel    |
| G | = volume HCl untuk blanko    |
| E | = volume sampel yang dipipet |
| N | = konsentrasi HCl            |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan pengambilan sampel gas di mata air panas yang berbentuk kolam besar, harus dijaga agar corong *stainless steel* tidak tenggelam atau terbalik karena dorongan gelembung gas dari kolam. Untuk menguji bahwa gas telah terdorong menuju ujung pipa kaca, maka ujung pipa kaca dicelupkan kedalam wadah yang berisi air, jika keluar gelembung gas maka ujung pipa kaca tersebut siap untuk disambungkan ke selang botol gas. Klep botol sampel dibuka secara perlahan biarkan gas mengalir ke dalam botol sampel. Keberadaan gas dalam botol sampel ditandai dengan adanya reaksi yang mengakibatkan botol sampel menjadi panas, sehingga perlu dilakukan pendinginan botol sampel dengan cara merendamnya dalam wadah berisi air dingin sehingga botol sampel mudah untuk dipegang. Botol sampel gas sesekali perlu digoyangkan agar sampel gas tercampur homogen dengan larutan NaOH dan diperlukan kehati-hatian agar tidak terjadi kontaminasi dengan udara. Berakhirnya sampling gas ditandai dengan kejenuhan dari larutan NaOH (tidak terjadi gelembung gas lagi dalam larutan NaOH). Pengambilan sampel gas berlangsung sekitar 45 menit hingga 1 jam untuk satu sampel. Alat sampling corong *stainless steel* ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2 di bawah ini.



Gambar 1. Persiapan penyambungan pipa pada corong stainless steel



Gambar 2. Pengambilan sampel gas panas bumi di kolam mataair panas menggunakan corong stainless steel

Sampel yang sudah berisi gas, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengukuran komposisi gasnya. Hasil analisis komposisi gas tercantum pada Tabel-1 di bawah ini.

Tabel-1. Data pengukuran komposisi gas tidak larut (NCG) (% peak area)

| Kode sampel    | H <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | He      | Ar     | CH <sub>4</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|--------|-----------------|
| K. Merah       | 0.00010        | 0.0609         | 0.8292         | 0.00030 | 0.0073 | 0.1022          |
| Map Sekarwangi | 0.00004        | 0.0473         | 0.5312         | 0.00006 | 0.0064 | 0.4149          |
| Map Ciseupan   | 0.00004        | 0.0060         | 0.0396         | 0.00016 | 0.4060 | 0.9501          |

Data % peak area tersebut kemudian dihitung jumlah mol total gasnya menggunakan rumus (1,2,3), data jumlah mol gas tertera pada Tabel-2.

Tabel-2. Jumlah mol total *condensable dan non condensable gas* (mmol)

| Kode sampel    | H <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | He     | Ar     | CH <sub>4</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|-----------------|-----------------|------------------|
| K. Merah       | 0.0008         | 0.3999         | 5.4441         | 0.0017 | 0.0479 | 0.6711          | 0.9474          | 1.2488           |
| Map Sekarwangi | 0,0004         | 0,4923         | 5,5249         | 0,0006 | 0,0670 | 4,3135          | 47.2244         | 0.0026           |
| Map Ciseupan   | 0,0005         | 0,0739         | 0,4877         | 0,0020 | 4,9992 | 11,6992         | 0.5981          | 0.0097           |

Data sampel gas menunjukkan bahwa sampel-sampel tersebut didominasi oleh gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S untuk sampel kawah Merah sedangkan untuk lokasi Map

Sekarwangi dan Ciseupan didominasi gas CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub>. Nilai komposisi gas CO<sub>2</sub> berkisar antara 47,2244 – 0,5981 mmol, gas H<sub>2</sub>S berkisar antara 1,2488 – 0,0026 mmol, dan gas CH<sub>4</sub> berkisar antara 11,6992 – 0,6711 mmol. Berdasarkan data hasil analisis sampel gas, maka dapat dikatakan bahwa teknik sampling menggunakan corong *stainless steel* yang telah dimodifikasi cukup baik dan dapat digunakan untuk lokasi-lokasi lain yang mempunyai tipe yang sama.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan data sampel gas yang dihasilkan, maka teknik sampling pada lokasi yang mempunyai permukaan yang lebar menggunakan corong *stainless steel* dapat dikatakan cukup berjalan dengan baik.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. pge.pertamina.com, Tentang Panas Bumi, pk. 18.45, tgl. 19 Maret 2013.
2. Giggenbach, W.F. & R.L. Goguel, 1989, Collection and Analysis of Geothermal and Volcanic Water and Gas Discharges, Fourth Edition, Chemistry Division Departement of Scientific and Industrial Research, New Zealand.
3. Mulja, M., & Suharman, 1995, Analisis Instrumental, Airlangga, Surabaya.